

Rec'd PCT/PTO 09 DEC 2004

517, 640

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



10/517640



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Dezember 2003 (18.12.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/103492 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **A61B 5/06**, (74) Anwälte: KÖNIG, Reimar usw.; Lohengrinstrasse 11,
A61M 25/01 40549 Düsseldorf (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/06048

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Juni 2003 (10.06.2003)

AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): RAYONEX SCHWINGUNGSTECHNIK GMBH [DE/DE]; An der Karlshütte 5, 57368 Lennestadt (DE). INSTITUT FÜR PHYSIKALISCHE HOCHTECHNOLOGIE E.V. [DE/DE]; Winzerlaer Strasse 10, 07745 Jena (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FEGERT, Stephan [DE/DE]; Breitenrathstrasse 56, 57250 Netphen (DE). HOENIG, Eckardt [DE/DE]; Forstweg 22, 07745 Jena (DE). ANDRÄ, Wilfried [DE/DE]; Kernbergstrasse 39, 07749 Jena (DE). SCHULZE, Volkmar [DE/DE]; Dorfstrasse 38, 07751 Rüthen (DE).

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING AND DETERMINING THE POSITION OF AN INSTRUMENT OR DEVICE

WO 03/103492 A1

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG UND POSITIONSBESTIMMUNG EINES INSTRUMENTS ODER GERÄTES

(57) Abstract: The invention relates to a device for localizing an instrument or device, comprising at least one rotatable magnet producing a magnetic moment perpendicular to the axis of the device independently from said instrument or device, thereby creating a localization system enabling chronologically precise and accurate location, determination of the direction of the axis and control of a device operating in a channel or medium.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Lokalisierung eines Instruments oder Gerätes mit mindestens einem senkrecht zur Geräteachse befindlichen magnetischen Moment erzeugenden unabhängig von dem Instrument oder Gerät rotierbaren Magneten. Dadurch wird ein Ortungssystem bereitgestellt, dass eine zeitgenaue und präzise Ortung, Bestimmung der Achsenrichtung und Steuerung eines in einem Kanal oder Medium betriebenen Gerätes erlaubt.

"Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung und Positionsbestimmung eines Instruments oder Gerätes"

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Lokalisierung und Steuerung eines Gerätes, wie es bevorzugt in der Endoskopie oder Mikrochirurgie verwendet wird.

5

In der Medizin verwendete mikrochirurgische und endoskopische Instrumente werden insbesondere zur Diagnostik und bei Operationen an empfindlichen oder schwer zugänglichen Geweben und Organen eingesetzt. Diese Eingriffe verlaufen in der Regel computer- und/oder kameragesteuert und erfordern meist ein Höchstmaß an präziser Ortung, Positionierung und Bewegung der Instrumente. Hierzu kommen Sondensysteme wie etwa magnetische oder elektromagnetische Sonden zum Einsatz. So werden in den US-Patentschriften 5 836 869 und 6 248 074 fixierte Magnetfeldquellen bzw. Magnetfeldsensoren beschrieben, die die drei räumlichen Koordinaten eines sich bewegenden Magnetfeldes über eine dreiachsig Ausgestaltung des Magneten bzw. des Sensors messen. Hierdurch wird jedoch keine räumlich exakte oder zeitgenaue Positionsbestimmung des endoskopischen Gerätes ermöglicht. Dies erklärt sich daraus, daß die in der US-Patentschrift

5 836 869 beschriebene Bestimmung der Magnetfeldkoordinaten bei einem dreiachsigen Magneten die Ausmessung von drei verschiedenen Magnetfeldern notwendig macht, die, um eine Überlagerung zu vermeiden, zeitversetzt nacheinander gemessen werden, indem die einzelnen Achsen zeitversetzt
5 elektromagnetische Signale erzeugen. Die Messung erfolgt hier außerhalb des Patienten und erfordert außerdem eine Umrechnung, um die Position des Endoskops im Körper abschätzen zu können.

Die US-Patentschrift 6 248 074 beschreibt die Befestigung einer Magnetfeldquelle außerhalb des Patienten; die Lokalisierung erfolgt hier über eine Bestimmung der relativen Position des Detektors zum äußeren Magnetfeld über einen am distalen Ende des Endoskops angebrachten Magnetfeldsensor. Auch hier ist nur eine relative ungenaue Messung möglich, da Endoskop und Sensor gegenüber dem fixierten Magnetfeld bewegt werden und somit
15 keine exakte Relation zwischen den festen Magnetfeldkoordinaten und der sich verändernden räumlichen Ausrichtung des Sensors gegeben ist. Hinzu kommen weitere hinderliche und die Genauigkeit beeinträchtigende Faktoren, etwa das Problem, in unterschiedlich weit von der Körperoberfläche entfernten Regionen zu messen oder die Beeinträchtigung der Meßgenauigkeit durch äußere magnetische Felder. Ins Körperinnere verbrachte Sonden
20 sind dagegen oft sehr empfindlich, erfordern komplizierte elektrische Leitungssysteme oder den stetigen Einsatz und Austausch von Batterien.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ortungssystem bereitzustellen, das eine zeitgenaue und präzise Ortung, Bestimmung der Achsenrichtung und Steuerung eines in einem Kanal oder Medium betriebenen Gerätes erlaubt.

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung und die Verfahren nach den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß kann über eine angeschlossene Auswertungseinheit mit Hilfe der ermittelten Daten den Ort des Körpers, die Richtung der Körperachse oder Vortriebsachse und der Rollwinkel des Körpers dargestellt werden.

5

Hierzu wird das sich bewegende Magnetfeld in drei Raumachsen gemessen. Dabei lassen sich die Daten (Amplitude, relative Phase der Magnetfeldkomponenten, axialer Feldgradient) jedes räumlichen Koordinatenpunktes des Magnetfeldes exakt bestimmen. Zu diesem Zweck kann ein zur räumlichen

- 10 Messung geeignetes dreiachsiges Magnetometer, wie etwa ein Fluxgatesensor, eingesetzt werden.

Als Magnet wird vorzugsweise ein Permanentmagnet, zum Beispiel ein stabförmiger Permanentmagnet, alternativ auch ein Elektromagnet verwendet.

15

Bevorzugt wird die Vorrichtung zur Lokalisierung, Bestimmung der Achsenrichtung und Steuerung eines medizinischen, mikrochirurgischen oder endoskopischen Gerätes eingesetzt.

20

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird der Körper bzw. das Gerät oder Instrument durch Rotation angetrieben oder führt Rotationsbewegungen beim Arbeitsvorgang aus; dabei kann der Magnet fest mit der Geräteachse verbunden sein und sich mit dieser mitdrehen. Dies hat den Vorteil, daß der Rollwinkel des Gerätes stets exakt ermittelbar ist, da die Position des Magneten stets in einem definierten Verhältnis zur Geräteachse steht.

25

In einer alternativen Ausführungsform wird der Magnet durch einen separaten Antrieb unabhängig von der Geräteachse angetrieben. Dieser Antrieb kann elektrisch, etwa durch eine Batterie oder einen steuerbaren Elektromotor erfolgen; alternativ ist auch der Antrieb über eine durchströmende Flüssigkeit, wie etwa eine Kühlflüssigkeit oder ein Gas, möglich.

Ein von der Geräteachse unabhängiger Antrieb des Magneten macht es erforderlich, definierte Bezugspunkte zur Ermittlung des Rollwinkels bereitzustellen. Hierzu kann der Rollwinkel durch eine weitere veränderliche Komponente des Magnetfeldes, welche vom Rollwinkel des Gerätes abhängig ist, gemessen werden.

Diese weitere veränderliche Komponente des Magnetfeldes kann beispielsweise durch eine reproduzierbare Auslenkung des Magneten aus seiner Rotationsachse, die vorübergehende Unterbrechung der Rotation durch eine Kupplung oder die Bereitstellung eines zusammengesetzten Magneten, dessen zu einander bewegliche Teile ein Mitnehmer bei einem bestimmten Rollwinkel reproduzierbar verschiebt, erzeugt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Amplitude des Magnetfelds durch eine vom Rollwinkel abhängige Abschirmung zu variieren.

In einer bevorzugten Ausführung sind das Gerät oder die Gerätespitze mit mindestens einem Bohrer, einer Schneid- oder Stoßvorrichtung, einer Nadel, Kanüle oder Pinzette versehen.

Dies ist besonders vorteilhaft zur Ausführung operativer Arbeiten, wie etwa Eingriffe am Gehirn, Herz oder Intestinaltrakt, bei der Implantation von Organ-, Gewebe- oder Gefäßersatzteilen, Kathetern, Sonden und Schrittmachern oder bei der Entfernung, Zerstörung oder Abtragung von entzündlichem oder malignem Gewebe, Knochen- und Knorpelgewebe oder bei der Behandlung von Steinleiden. Wenn der Magnet über die Drehung des Gerätes mitbewegt wird, ist außerdem eine Messung der Drehgeschwindigkeit oder einer Änderung der Rotationsrate möglich.

Alternativ kann das Gerät oder die Gerätespitze mit einer oder mehreren Öffnungen zur Abgabe einer Flüssigkeit versehen sein. Dies ist besonders vorteilhaft, um in flüssiger oder gelöster Form vorliegende therapeutische

Substanzen, wie etwa Cytostatika zur Tumortherapie, möglichst genau positioniert freizugeben. Wenn der Magnet durch den Flüssigkeitsstrom angetrieben wird, können außerdem Durchflußgeschwindigkeit und Austrittsraten der Lösung gemessen werden.

5

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform beinhaltet das Gerät oder die Gerätespitze eine Vorrichtung zur Erzeugung oder Abgabe von Lichtstrahlen, Laserstrahlen, radioaktiven Strahlen, Schallwellen oder Ultraschallwellen.

10

In einer besonders bevorzugten Ausführung beinhalten Gerät oder Gerätespitze eine Vorrichtung zur Aufzeichnung von optischen Bildern oder Ultraschallbildern. Dies ist besonders vorteilhaft zur Diagnostik in Körperhöhlen, dem Magen-Darmtrakt und in Gefäßen.

15

Alternativ können auch Vorrichtungen zur Abgabe oder Aufzeichnung elektrischer Impulse und Daten enthalten sein.

20

Die Erzeugung von Strahlen und akustischen Wellen kann sowohl diagnostischen Zwecken, wie etwa der Gewebebestrahlung oder der Zerstörung von Steinen, aber auch diagnostischen Zwecken bei der Erzeugung von Bildern oder der Untersuchung von Organen, Körperhöhlen oder Blutgefäßen dienen.

25

Vorrichtungen zur Aufzeichnung von Bildern oder elektrischen Daten dienen wiederum bekannten diagnostischen Zwecken, während die Abgabe elektrischer Signale vornehmlich therapeutischen Zwecken, etwa bei der gezielten Schmerztherapie, dient.

30

Die beschriebenen Vorrichtungen und Anwendungen können neben der Bestimmung der genauen Position, Ausrichtung und Drehung des Gerätes, insbesondere auch der Ermittlung des Abstandes und der Richtung minde-

stens zweier Meßpunkte oder Meßbereiche zueinander dienen. Dabei wird die relative Lage des magnetischen Senders (erster Meßpunkt) zum Detektor (zweiter Meßpunkt) ermittelt.

- 5 Dabei kann der Detektor außerhalb oder innerhalb des Körpers fest oder beweglich positioniert werden. Bei einer bevorzugten Ausführung ist der Detektor mit Vorrichtungen zur Steuerung des Gerätes und/oder der an das Gerät angeschlossenen Vorrichtungen verbunden.
- 10 Ein besonderer Vorteil ergibt sich durch die Möglichkeit, die Position und Bewegung des Gerätes exakt und zeitlich genau, somit also in "Echtzeit" zu messen. Durch den Einsatz mehrerer Sender und/oder Empfänger ist weiterhin die Aufnahme komplexer Signale möglich, die die Lage verschiedener Gerätelpunkte anzeigen können.
- 15 Ferner kann ein elektrisch angetriebener Magnet verwendet werden, wobei Kommunikations- oder Steuerungssignale zwischen magnetischem Sender und Detektor durch Unterbrechung des elektrischen Magnet-Antriebs in bestimmtem Takt (Ja/Nein-Zustände) erzeugt werden.
- 20 Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform basiert auf der Möglichkeit, die Frequenz oder Amplitude des Magnetfeldes zu variieren. Dabei kann die Modulation der Amplitude dazu eingesetzt werden, eine frequenzselektive Verstärkung zu erzeugen, den Einfluß störender äußerer Magnetfelder zu minimieren oder, bei Verwendung mehrerer magnetischer Sonden, diese voneinander zu unterscheiden.
- 25 Die Erfindung ist aber nicht auf eine Verwendung im medizinischen Bereich beschränkt; ebenso lassen sich die erfindungsgemäßen Vorrichtungen und Verfahren auch in anderen wissenschaftlichen oder technischen Bereichen nutzen, in denen eine präzise Ortung und Steuerung von Instrumenten oder Geräten erforderlich ist.

Erfnungsgemäß werden die Anordnungen und Verfahren der unabhängigen Ansprüche zur Bestimmung der Position eines Bohrkopfes, der Rotationsachse eines Bohrgestänges bzw. der Vortriebsrichtung eines Bohrwerkzeugs sowie des Rollwinkels eines Bohrgerätes oder Bohrkopfes verwendet, wobei Position, Achse und Rollwinkel des Magneten als eigentliche Meßgrößen dienen, während bei bekannten Verfahren lediglich die Position und der Rollwinkel, nicht aber die Vortriebsrichtung bestimmt werden kann (US-Patentschrift 5 589 775).

10

Bevorzugt handelt es sich bei den betreffenden Bohrgeräten um steuerbare Bohranlagen, Erdraketen, Schlagbohrgeräte oder Berst- und Aufweitvorrichtungen.

15

Dabei kann der Magnet fest mit dem Gestänge verbunden sein und somit einen fest definierten Rollwinkel gegenüber dem Gestänge einnehmen oder durch einen separaten Antrieb im Sendergehäuse des Bohrers in Rotation versetzt werden. Auch bei einem fest mit dem Gestänge verbundenen Magneten ist eine von den übrigen Geräteteilen unabhängige Drehung des Magneten möglich, wenn eine Beweglichkeit dieser Geräteteile gegenüber dem Gestänge gegeben ist. Um den Rollwinkel des Magneten und des Bohrkopfes in eine definierte Beziehung zueinander zu setzen, kann eine weitere veränderliche Komponente des Magnetfeldes, welche vom Rollwinkel des Bohrkopfes oder Gestänges abhängig ist, gemessen werden.

20

25 Dazu kann der Magnet durch eine geeignete Vorrichtung nach dem Abschalten des separaten Antriebs in einer genau definierten Relativlage zum Bohrkopf gestoppt werden. In diesem Moment ist der Magnet wieder fest mit dem Gestänge verbunden und die Verrollung kann dann durch Rotation mit dem Gestänge gemessen oder eingestellt/variert werden.

Alternativ kann der Magnet während der Rotation einmal oder mehrmals aus seiner Rotationsachse gekippt werden. Dazu kann ein mit dem Sendergehäuse verbundener Nocken verwendet werden. Durch die feste Verbindung des Anschlags mit dem Sendergehäuse erfolgt die Auslenkung immer in einer definierten Lage relativ zur Steuerfläche des Bohrkopfes.

Bei einer weiteren Ausführungsform wird der Magnet kurzfristig über eine Kupplung gestoppt und wird dann wieder mitgenommen.

10 Alternativ kann der Magnet aus mehreren Teilmagneten bestehen, die durch einen Mitnehmer für kurze Zeit gegeneinander verdreht werden, wodurch sich Stärke und Ausrichtung des Magnetfeldes ändern.

15 Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das Magnetfeld beim Durchlaufen eines bestimmten Winkelbereichs abzuschirmen.

Details wurden bereits in der vorliegenden Erfindungsbeschreibung für andere Anwendungsbereiche dargelegt; sie sind jeweils für beliebige Anwendungsbereiche einsetzbar.

20 Zum Messen des Magnetfeldes können verschiedene Verfahren eingesetzt werden: Der Empfänger kann als Standard Walk-Over-Empfänger relativ zum Sender bewegt werden, er kann ebenso am Bohrgerät oder an beliebiger Stelle hierzu fest stehen, wobei die relative Position zum Bohrgerät und 25 Bohrplan jeweils bekannt ist. Um die maximale Reichweite eines Empfängers zu bestimmen oder diese zu vergrößern, können verschiedene Positionen eingemessen werden; der Empfänger wird dann beim Messen auf die jeweils nächste Position versetzt.

30 Anstatt verschiedene Punkte in Folge zu vermessen, können mehrere Sender, etwa ein Sender am Bohrkopf und ein Sender am Bohrgerät eingesetzt werden. Dabei kann der Empfänger als Walk-Over-Empfänger verwendet

werden, wobei durch die Vermessung zweier Punkte dennoch eine absolute Vermessung in einem von den Sendern gebildeten Koordinatensystem möglich ist.

- 5 Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besitzt der Empfänger ein Bohrplanungsprogramm und eine Displayvorrichtung. Hierdurch ist eine Fernsteuerung des Bohrvorgangs möglich. Dabei können Ist- und Solltrasse ohne oder mit Verbindung zum Bohrgerät dargestellt werden, was neben einer Fernsteuerung auch eine automatische Durchführung der Bohrung
10 erlaubt.

Anstatt den rotierenden Magneten im Bereich des Bohrkopfes anzuhören, kann auch ein Empfänger, etwa ein Drei-Achs-Magnetometer im Bereich des Bohrkopfes angeordnet werden. Hierdurch ist es möglich, einen beliebig
15 großen und beliebig starken Magneten außerhalb des Bohrgerätes rotierend einzusetzen. Diese Ausführungsform ist aufgrund ihrer sehr großen möglichen Reichweite, beispielsweise für Ölbohrungen, geeignet. Dabei können anstelle der stoßempfindlichen Gyroskopsysteme im Bohrkopf Fluxgatesensoren eingesetzt werden.

20 Besonders vorteilhaft ist dabei die drahtlose Verbindung des Empfängers mit dem Bohrgerät und dessen Steuerung mit einem Bohrplanungsprogramm.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ergibt sich daraus, den Azimut auch aus
25 großer Entfernung messen zu können. Bei den bekannten Verfahren ist es in der Regel notwendig, den Azimut, d.h. den Winkel zwischen der Nordrichtung und der Richtung bezogen auf den jeweiligen Zielpunkt der Vermessung, direkt über dem Sender zu bestimmen.

30 Die Erfindung bietet weiterhin die Möglichkeit, auch die gesendeten Daten zu verändern oder zu komplexen Signalen und Codes zu verbinden. Dabei können gängige Verfahren wie frequenzselektive Verstärkung, Frequenzmo-

- dulation, Amplitudenmodulation sowie Kombinationen hiervon verwendet werden. Bei der Frequenzmodulation wird die Drehzahl variiert; bei der Amplitudenmodulation kann eine Abschirmung erfolgen, durch die das Magnetfeld abgeschwächt wird. Einfache Signale wie Ja/Nein-Zustände
- 5 können durch kodiertes Ein-/Ausschalten ähnlich einem Morsecode erfolgen. Dabei können die Signale analog oder digital übertragen werden. Bei der analogen Übertragung können durch allmähliches Eintauchen des Magneten in eine Abschirmung oder graduelle Variation der Stromzufuhr an einen Elektromagneten auch kontinuierlich sich verändernde Werte übertragen
- 10 werden, wogegen ein kodierter Abschaltmechanismus digitale Werte übertragen kann. Durch ein derartiges System können beispielsweise Signale für ein unterirdisch geführtes Zugkraftmeßsystem analog oder digital zur Erdoberfläche übertragen werden. Ebenso ist eine bidirektionale Übertragung möglich, wenn auch am Bohrkopf ein Empfänger angebracht ist.
- 15 Bei Ausführungsformen mit mehreren Sendern können diese mit Hilfe der Erfindung unterschieden werden, indem eine Einstellung verschiedener Sender-Frequenzen eingesetzt wird.
- 20 Für das erfindungsgemäße System existiert eine Vielzahl möglicher technischer Anwendungen. Diese basieren mehrheitlich darauf, den Abstand, die Lage, Richtung oder Drehung von zwei oder mehr Körpern relativ zueinander oder zu einem absoluten Bezugspunkt zu vermessen, Bewegungen zu erfassen und/oder zu steuern.
- 25 Von diesen möglichen Anwendungen werden beispielhaft die folgenden benannt:
- Besonders geeignet ist das erfindungsgemäße System zur Durchführung
- 30 feinmechanischer Bohrungen und Präzisionsbohrungen ("Wurmlochbohren").

Es lassen sich weiterhin alle Arten von Leitungen, Kanälen und Hohlräumen präzise und zeitgenau mit diesem System untersuchen. Dabei kann der Magnet auf eine biegsame Welle montiert und vorwärts bewegt oder rotiert werden.

5

Beim Tunnelbau lassen sich Vereisungsbohrungen einbringen, um ein Einstürzen bzw. bei stark wasserführenden Schichten einen Einbruch von Wasser und Schlamm zu verhindern. Dabei müssen die Bohrungen sehr genau durchgeführt werden, um eine geschlossene Eisschicht zu erzielen.

10

Eine weitere bevorzugte Verwendungsmöglichkeit ist die Regelung fahrerloser Transportsysteme. Dazu kann mindestens ein feststehender Empfänger positioniert werden, der die kodierten Sender (Sender verschiedener Frequenzen) analysiert. Alternativ und ohne Codierung kann ein starker rotierender Magnet im Raum positioniert werden und mehrere Empfänger mit Daten versorgen. Durch dieses Verfahren kann durch Gegenstände hindurch geregelt werden, und es können Induktionsschleifen entfallen.

20

Die Analyse der Bewegung zweier Körper zueinander kann für diverse weitere Anwendungen herangezogen werden, so etwa für automatische Abstandsregelungen im Straßenverkehr oder eine Abstandsregelung beim Betanken von Flugzeugen, wobei durch Signalübertragung entsprechende Sicherheitssysteme ausgelöst werden können.

25

Als weitere Anwendungen sind Navigationssysteme für Schiffe, automatische Ankerwachen für Schiffe und die Bereitstellung von Kommunikationssystemen für U-Boote möglich. Durch die Verwendung modulierter magnetischer Sender können auch abhörsichere Kommunikationssysteme bereitgestellt werden.

30

Als weitere technische Einsatzgebiete sind gesteuerte oder automatische Kupplungsvorrichtungen für Bohrinseln, Sender zur Datenübertragung in

- 12 -

Bergwerken, Sender zur Verschüttetenortung in Bergwerken oder bei Lawinen vorgesehen. Dabei sind für die letztgenannte Anwendung tragbare Minisender denkbar, die beispielsweise ähnlich einer Uhr getragen werden könnten.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Lokalisierung eines Instruments oder Gerätes mit mindestens einem senkrecht zur Geräteachse befindliches magnetisches Moment erzeugenden unabhängig von dem Instrument oder Gerät rotierbaren Magneten.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** mindestens einen Empfänger, der die drei zeitabhängigen Magnetfeldkomponenten $H_x(t)$, $H_y(t)$ und $H_z(t)$ detektiert.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** eine Auswertungseinheit über die Position, Richtung der Geräteachse und/oder Rollwinkel des Gerätes ermittelt werden können.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen an der Geräteachse befestigten Magnetfeldsensor und einen von der Geräteachse getrennten Magneten.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** eine drehbare Geräteachse und einen an der Geräteachse befestigten Magneten.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen von der Geräteachse unabhängigen Antrieb des Magneten.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** einen elektrischen Antrieb des Magneten.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** eine den Magneten antreibende Flüssigkeit.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rollwinkel des Gerätes durch eine weitere veränderliche Komponente des Magnetfeldes, welche vom Rollwinkel abhängt,
5 meßbar ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** Mittel zur Erzeugung einer reproduzierbaren Auslenkung des Magneten aus seiner Rotationsachse.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** eine die Rotation des Magneten vorübergehend unterbrechende Kupplung.
12. Vorrichtung nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** einen aus
15 zueinander beweglichen Teilmagneten bestehenden Magneten, dessen Teile bei einem bestimmten Rollwinkel durch einen Mitnehmer verschoben werden.
13. Vorrichtung, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gerät oder die Gerätespitze einen Bohrer, eine Schneid- oder Stoßvorrichtung, mindestens eine Nadel oder mindestens eine Pinzette aufweist.
20
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gerät oder die Gerätespitze mindestens eine Öffnung zum Ausstoß einer Flüssigkeit aufweist.
25
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gerät oder die Gerätespitze eine Vorrichtung zur Erzeugung/Abgabe von Lichtstrahlen, Laserstrahlen, radioaktiven Strahlen, Schallwellen oder Ultraschallwellen aufweist.
30

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gerät oder die Gerätespitze eine Vorrichtung zur Aufzeichnung von optischen Bildern oder Ultraschallbildern aufweist.
5
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gerät oder die Gerätespitze eine Vorrichtung zur Abgabe elektrischer Impulse oder zur Aufzeichnung elektrischer Daten aufweist.
10
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mehrere Sender und/oder Empfänger.
15
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, **gekennzeichnet durch** einen Permanent- und/oder Elektromagneten als Sender und eine Senderkennung durch unterschiedlicher Frequenzen, Amplituden und/oder Erzeugung unterschiedlicher Analog- oder Digitalwerte.
20
20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Modulation der Frequenz und/oder der Amplitude.
25
21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** graduelle Abschirmung eines Magneten.
30
22. Verfahren zur Lokalisierung eines Instruments oder Gerätes, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein im Bereich des Instruments oder Gerätes rotierender Magnet ein senkrecht zur Körperachse befindliches magnetisches Moment erzeugt und die drei zeitabhängigen Magnetfeldkomponenten $H_x(t)$, $H_y(t)$ und $H_z(t)$ detektiert werden.
23. Verfahren zur Lokalisierung eines Gerätes, **gekennzeichnet durch** die Erzeugung eines senkrecht zu einer Geräteachse befindlichen magne-

tischen Moments mittels eines rotierenden Magneten, wobei der Magnet als Sender mit dem Gerät verbunden wird und die drei zeitabhängigen Magnetfeldkomponenten $H_x(t)$, $H_y(t)$ und $H_z(t)$ mittels eines Empfängers detektiert werden.

5

24. Verfahren zur Lokalisierung eines Gerätes, gekennzeichnet durch die Erzeugung eines senkrecht zu einer Geräteachse befindliches magnetischen Moments mittels eines rotierenden Magneten, wobei der Magnet als Sender mit dem Gerät verbunden wird, die drei zeitabhängigen Magnetfeldkomponenten $H_x(t)$, $H_y(t)$ und $H_z(t)$ mittels eines Empfängers detektiert werden und über diese Daten die Position, die Richtung der Geräteachse und den Rollwinkel des Gerätes bestimmt werden.

- 10 25. Verfahren nach Anspruch 22 oder 24, gekennzeichnet durch die Bestimmung von Abstand und Richtung zweier Meßpunkte oder Meßbereiche zueinander.

- 15 26. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 25, gekennzeichnet durch eine Frequenzmodulation.

- 20 27. Verfahren nach Anspruch 26 zur frequenzselektiven Verstärkung, zur Eliminierung von Störfeldern oder zur Unterscheidung verschiedener magnetischer Sonden.

- 25 28. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 27, gekennzeichnet durch einen Elektromagneten und eine graduelle Variation der Stromzufuhr zu einem Elektromagneten oder Ein-/Ausschalten eines Elektromagneten.

- 30 29. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 oder des Verfahrens nach einem der Ansprüche 22 bis 28 für einen oder

mehrere der folgenden Zwecke: Gewinnung endoskopischer Bilder für diagnostische Zwecke, Gewinnung elektrischer oder elektrophysiologischer Daten, Untersuchung von Blutgefäßen und Behandlung von Gefäßverengungen, Durchführung und/oder Überwachung operativer Eingriffe am Gehirn, Herz oder am Intestinaltrakt, Implantation von Organ- und Gewebeersatzteilen, Gelenkprothesen, elektromagnetischen Sonden und Impulsgebern, Herzschrittmachern, Gefäßersatzteilen und Kathetern, Abtragung oder Zerstörung von Gallen- oder Nierensteinen, entzündlichem Gewebe, Tumorgewebe, Knochen- oder Gelenkmaterial, gezielte Abgabe therapeutischer Substanzen an erkrankte Gewebe oder Tumorgewebe, Bestrahlung von Tumorgeweben, Ermittlung der Position, der Vortriebsachse und des Rollwinkels in Echtzeit, Messung der Drehgeschwindigkeit oder einer Änderung der Rotationsrate.

15 30. Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 8 zur Bestimmung der Durchflußrate oder Austrittsgeschwindigkeit einer Flüssigkeit.

Received 09 DEC 2004

10/517640

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/06048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 A61B5/06 A61M25/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61B A61M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 181 891 A (LUCENT MEDICAL SYSTEMS INC) 27 February 2002 (2002-02-27) page 4, paragraph 15 – paragraph 16 page 5, paragraph 20 – page 6, paragraph 31 figure 4 -----	1-5, 13-21

 Further documents are listed in the continuation of box C: Patent-family members are listed in annex:

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

21 October 2003

28/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Compos, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP03/06048**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: **22-29**
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

**Rule 39.1(iv) PCT - Procedure for the surgical treatment of
the human or animal bodies**

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/06048

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 1181891	A 27-02-2002	US 5879297	A	09-03-1999
		EP 1181891	A2	27-02-2002
		AT 227543	T	15-11-2002
		AU 729379	B2	01-02-2001
		AU 7567398	A	27-11-1998
		BR 9809789	A	20-06-2000
		CN 1259025	T	05-07-2000
		DE 69809411	D1	19-12-2002
		EP 0983018	A1	08-03-2000
		ES 2187970	T3	16-06-2003
		JP 2001524012	T	27-11-2001
		US 6129668	A	10-10-2000
		WO 9849938	A1	12-11-1998
		US 6216028	B1	10-04-2001
		US 6263230	B1	17-07-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/06048

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 A61B5/06 A61M25/01

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 A61B A61M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 181 891 A (LUCENT MEDICAL SYSTEMS INC) 27. Februar 2002 (2002-02-27) Seite 4, Absatz 15 – Absatz 16 Seite 5, Absatz 20 – Seite 6, Absatz 31 Abbildung 4 -----	1-5, 13-21

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. Oktober 2003	28/10/2003
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Compos, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/06048

Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr. 22-29
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
Regel 39.1(iv) PCT – Verfahren zur chirurgischen Behandlung des menschlichen oder tierischen Körpers
2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
 Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/06048

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1181891	A 27-02-2002	US 5879297 A	09-03-1999
		EP 1181891 A2	27-02-2002
		AT 227543 T	15-11-2002
		AU 729379 B2	01-02-2001
		AU 7567398 A	27-11-1998
		BR 9809789 A	20-06-2000
		CN 1259025 T	05-07-2000
		DE 69809411 D1	19-12-2002
		EP 0983018 A1	08-03-2000
		ES 2187970 T3	16-06-2003
		JP 2001524012 T	27-11-2001
		US 6129668 A	10-10-2000
		WO 9849938 A1	12-11-1998
		US 6216028 B1	10-04-2001
		US 6263230 B1	17-07-2001